

Thesis

GIESSEN

1966

Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Justus Liebig-Universität Giessen
Direktor: Professor Dr.R.M. Bohnstedt

ABSORPTIONSFLAMMENPHOTOMETRISCHE
MESSUNGEN DER KONZENTRATIONEN
VON MAGNESIUM UND ZINK
IN LEBER, PANKREAS, PROSTATA UND
HODEN DES MENSCHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Giessen

vorgelegt von
Rolf/Porten
aus

Oberlahnstein

Giessen 1966

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

Aus der Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Justus Liebig-Universität Giessen
Direktor: Professor Dr. R. M. Bohnstedt

ABSORPTIONSFLAMMENPHOTOMETRISCHE
MESSUNGEN DER KONZENTRATIONEN
VON MAGNESIUM UND ZINK
IN LEBER, PANKREAS, PROSTATA UND
HODEN DES MENSCHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Giessen

vorgelegt von
Rolf Porten
aus
Oberlahnstein
Giessen 1966

Dekan : Professor Dr. H. W. Pia

Referent : Professor Dr. Knoth

Correferent : Prof. Dr. H.-D. Cremer

Tag der mündlichen Prüfung : 2. Mai 1967

DISPOSITION

I. EINLEITUNG

II. METHODE, MATERIAL UND PRÄPARATION

1. Physikalische Grundlagen der Flammenphotometrie
2. Unsere Versuchsanordnung
3. Auswahl und Gewinnung des Untersuchungsguts
4. Vorbereitung des Untersuchungsguts für die Messung
5. Reinheitsforderungen an die Gefäße und Reagenzien und ihre Erfüllung

III. MESSUNG UND MESSERGEBNISSE

1. Herstellung der Blind- und Eichlösungen
2. Bestimmung der Eichkurven
 - a) Magnesium - Eichkurve
 - b) Zink - Eichkurve
3. Vorbemerkung zu den Messungen
4. Messung und Messergebnisse
5. Statistische Auswertung der Messergebnisse

IV. DISKUSSION

V. ZUSAMMENFASSUNG

VI. LITERATURVERZEICHNIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153519_0088

I. EINLEITUNG

Die Flammenphotometrie ist eine leicht ausführbare physikalische Methode zur quantitativen Bestimmung einer großen Zahl von Elementen (5,6,7,8,10). Ihr Hauptvorteil vor den herkömmlichen chemischen Bestimmungsmethoden liegt vor allem in der guten Reproduzierbarkeit und Spezifität der Meßergebnisse, sowie in dem geringen Zeitbedarf, der nicht zuletzt auf die wenigen vorbereitenden Arbeitsgänge zurückzuführen ist.

In die klinische Chemie haben hauptsächlich die emissionsflammenphotometrischen Verfahren zur Messung von Natrium, Kalium und Calcium in Körperflüssigkeiten Eingang gefunden (6,8). Neben diesen bereits zum Standardprogramm des klinischen Laboratoriums gehörenden flammenphotometrischen Bestimmungen ist eine größere Zahl weiterer Emissions- und neuerdings auch (Atom-) Absorptionsmethoden gearbeitet worden (5,7,10). Mit dem zuletzt genannten Verfahren lassen sich auch die Elemente Magnesium und Zink bequem und zuverlässig erfassen (7,10).

Mit diesen relativ neuen Bestimmungsmethoden sollte der Magnesium- und Zinkgehalt in Leber, Pankreas, Prostata und Hoden des Menschen gemessen werden.

II. METHODE, MATERIAL UND PRÄPARATION

1. Physikalische Grundlage der Flammenphotometrie

Flammenphotometrische Messungen können sowohl mit der Emissionsmethode, als auch mit der Atomabsorptionmethode durchgeführt werden. Nach der Beziehung

$$\frac{N_j}{N_o} = \frac{P_j}{P_o} \exp - \frac{E_j}{kT}$$

wird ein Teil der auf ein höheres Temperaturniveau gebrachten Atome zur Emission angeregt. (N_j = Zahl der angeregten Atome, N_o = Zahl der Atome im Grundzustand, P_j = statist. Gewicht im angeregten Zustand, P_o = statist. Gewicht im Grundzustand, E_j = Anregungsenergie, K = Boltzmannkonstante, T = absolute Temperatur)

Da sich jedoch günstige Nachweisgrenzen bei vielen Elementen mit den relativ niedrigen Temperaturen der Flamme nicht erreichen lassen, ist diese Methode häufig nur in speziell ausgerüsteten Laboratorien durchführbar.

Im Gegensatz dazu spielt bei der Absorptionmethode, wie sich aus der Gleichung

$$\int K_v d = \frac{\pi \cdot e}{m \cdot c} N_v \cdot f$$

(K = Absorptionskoeffizient, e = Elektronenladung, m = Elektronenmasse, c = Lichtgeschwindigkeit

N = Anzahl der Atome/ml, die Strahlung von der Frequenz absorbieren können, f = Oszillatorstärke) ergibt, die Temperatur eine untergeordnete Rolle. Die Größe der Absorption wird hauptsächlich durch die Konzentration der absorbierenden Atome in der Flamme bestimmt (1,6).

Abb.1 zeigt eine schematische Darstellung des Strahlengangs.

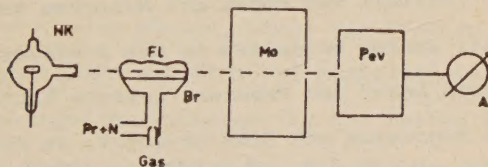


Abb.1 Strahlengangsschema der benutzten Meßanordnung
HK = Hohlkathodenlampe, Fl = Flamme, Br = Brenner,
Pr + N = Preßluft + Nebel, Mo = Monochromator, Pev =
Photosekundenelektronenvervielfacher, A = Galvanometer

Diese Meßanordnung eignet sich u.a. zur Bestimmung von Magnesium und Zink. Es muß lediglich je eine Mg- bzw. Zn - Hohlkathodenlampe mit geeignetem Spektrum gewählt werden.

2. Unsere Versuchsanordnung

Die Untersuchungen wurden mit dem ZEISS - Spektralphotometer PM Q III durchgeführt. Die prinzipielle Meßanordnung war die gleiche wie bei HERRMANN und LANG 1962 und HONEGGER N. 1963 angegeben (7,10). Es wurde

lediglich eine kleinere Zerstäuberkammer von 1,5 l Inhalt verwendet, da bei den oft nur geringen Versuchsmengen ein möglichst rascher Gleichgewichtszustand der sich in der Flamme einstellenden Atomkonzentration angestrebt werden mußte.

3. Auswahl und Gewinnung des Materials

Zur Untersuchung wurden Gewebeproben aus Leber, Pankreas, Prostata und Hoden des Menschen herangezogen.

Hierbei wurden besonders in den stoffwechselaktiven Drüsen Leber und Pankreas größere Konzentrationen an Magnesium und Zink erwartet, da diese Elemente einerseits als Fermentaktivatoren wirksam sind, andererseits im Pankreas Insulin als Zinkkomplex vorliegt (2,12). Bei Prostata und Hoden war es interessant festzustellen, welches dieser Organe eine höhere Zinkkonzentration aufweist, weil im Sperma ein größerer Zinkgehalt vorliegt (12).

Die Organproben wurden ohne besondere Vorsichtsmaßnahme während der Sektion entnommen. Sie wurden freipräpariert und gewogen. Anschließend wurden die Proben bei den Versuchen 1 - 11 sofort weiter verarbeitet und gemessen, bei den Versuchen 12 - 30 bis zur endgültigen Verarbeitung bei - 24 Grad Celsius in der Tiefkühltruhe gelagert.

Das Alter der zu den Messungen herangezogenen Fälle schwankte zwischen 19 - und 68 Jahren, das Durchschnittsalter betrug 50,5 Jahre.

4. Vorbereitung des Untersuchungsguts für die Messung

Während die Körperflüssigkeiten (Serum, Liquor usw.) zu flammenphotometrischen Messungen meist nur verdünnt werden müssen, liegt das Problem bei der Gehaltsbestimmung von Zink und Magnesium in Organen in deren geeigneter Vorbereitung zum Messen (5,7,8,10). Hierbei kommt es darauf an, die Proben ohne Verluste an den zu messenden Elementen in eine flammenphotometrisch leicht meßbare flüssige Phase zu überführen. Zu diesem Zweck wurden die Gewebeproben verascht.

Der technisch einfachste Vorgang, die Trockenveraschung bei hohen Temperaturen, konnte nicht allein verwendet werden, da bei Temperaturen über 450 Grad Celsius bereits ein Verlust an Zink zu erwarten ist (15,18). Aus diesem Grunde wurde eine kombinierte Methode gewählt, wobei im ersten Arbeitsgang eine Trockenveraschung bei maximal 450 Grad Celsius erfolgte, an die sich eine feuchte Veraschung mit 25 % HNO_3 p.A. anschloss (9).

Im Einzelnen erfolgte die Aufbereitung des Untersuchungsguts nach folgendem Schema :

1. Verbringen der Organstücke in ausgewogene Porzellantiegel (Rosenthal und Staatliche Porzellanmanufaktur Berlin)
2. 12 Stunden Trocknen bei 100 Grad Celsius
3. 24 Stunden Veraschen im Muffelofen bei 450 Grad Celsius
4. Feuchtveraschen mit 1 ml 25 % HNO_3 p.A., die vorsichtig über kleiner Flamme abgeraucht wurde.

Die unter Position 3 und 4 genannten Vorgänge wurden so oft wiederholt, bis reinweiße Asche vorlag. Eine in wenigen Fällen verbleibende bräunliche Färbung der Asche war durch Eisen bedingt und daher unerheblich.

5. Reinheitsforderung an die Gefäße und Reagenzien
und ihre Erfüllung

Für die Abwicklung der endgültigen Versuche 12 - 30 wurden alle benötigten Reagenzgläser, Tiegel, Kolben usw. einem standardisierten Reinigungsverfahren unterworfen, da Abweichungen durch Verunreinigungen vermieden werden sollten, die die Ergebnisse der Versuche 1 - 11, wie weiter unten ausgeführt, unbrauchbar gemacht hatten.

Nach der Vorreinigung mit einem der üblichen Spülmittel wurden die Geräte für etwa 24 Stunden in $1/3$ konz.

Chromschwefelsäure eingelegt. Anschließend wurden sie nach einer Zwischenspülung unter fließendem Wasser für weitere 24 Stunden in 20 % HCL p.A. gelegt, mit nachdestilliertem Ionenaustauscherwasser nachgespült und getrocknet.

Mit wahllos herausgegriffenen Geräten wurde eine Reinheitsprüfung durchgeführt:

In drei Tiegeln wurde die zum Veraschen benötigte 25 % HNO_3 in zwei gleichen Teilmengen abgeraucht, anschließend bei 100 Grad Celsius getrocknet und nach dem Abkühlen mit zwei Tropfen konz. HNO_3 versetzt. Es wurden 5 ml redest. Ionenaustauscherwasser hinzugegeben. Ein weiterer Tiegel wurde mit 5 ml des oben angeführten Wassers 24 Stunden stengelassen. In einer Versuchsreihe wurde bei 213,856 nm (Zink - Resonanzlinie) die Extinktion der oben angeführten Lösungen, sowie gleichzeitig alle übrigen zur Verwendung kommenden Chemikalien gegen die leerbrennende Flamme gemessen. Es ergaben sich Extinktionen, die kaum außerhalb des normalen Schwankungsbereichs des Nullpunktes lagen.

III. MESSUNG UND MESSERGEBNISSE

1. Herstellung der Blind- und Eichlösungen

Für die Blind- und Eichlösungen wurde von Stammlösungen ausgegangen. Als Ausgangslösung für die Blindlösung wurde die flammenphotometrische Haupteichlösung für Natrium-, Kalium- und Calcium - Analysen (Titrisol MERCK Nr. 9976) verwendet. Es handelte sich hierbei um eine Charge, die im Gegensatz zu den heutigen noch kein Magnesium enthält. Die Eichlösungen wurden aus $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ beziehungsweise $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (MERCK) hergestellt. Die Konzentration der Stammlösungen betrug jeweils 10 mg/100 ml.

2. Bestimmung der Eichkurven

a) Magnesium - Eichkurve

Von der Stammlösung ausgehend, wurden Verdünnungen mit einer Magnesiumkonzentration von 0,05 mg/100 ml bis 0,15 mg/100 ml hergestellt, und die Extinktionen bei der Wellenlänge 285,27 nm gemessen.

Die Auftragung der Eichkurven erfolgte nach dem Quotientenverfahren, wobei die einzelnen Extinktionen durch die Extinktion der Haupteichlösung - in diesem Falle der Lösung mit der Magnesiumkonzentration von 0,10 mg/100 ml - dividiert wurden (Abb. 2).

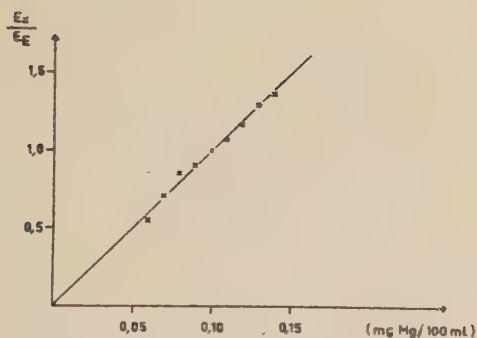


Abb. 2 Magnesium - Eichkurve

b) Zink - Eichkurve

Bei der Anfertigung der Zink - Eichkurve wurde wie unter a) angeführt, verfahren. Die hierbei verwendeten Verdünnungen hatten einen Zinkgehalt von 0,05 bis 0,25 mg/100 ml. Die Konzentration der Haupteichlösung betrug 0,15 mg/100 ml (Abb. 3).

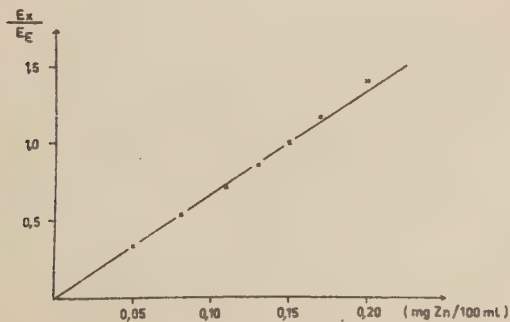


Abb. 3 Zink - Eichkurve

3. Vorbemerkung zu den Messungen

Wie bereits oben angeführt, wurden die Versuche 1 - 11 sofort nach dem Wiegen der Organproben weiterverarbeitet, indem sie zunächst getrocknet wurden und, sobald eine den Muffelofen füllende Anzahl von jeweils drei bis vier Versuchen erreicht war, verascht und gemessen. Da die Versuchsergebnisse in diesen Meßreihen stark schwankten, wurden sie einer Überprüfung unterworfen. Es zeigte sich, daß das zur Verdünnung verwendete Aqua bidest. inkonstante Verunreinigungen aufwies und gegen die leerbrennende Flamme verschieden hohe Extinktionen ergab.

Die Ergebnisse dieser Vorversuche können daher nur als Anhaltspunkte für die endgültige Meßreihe von Versuch 12 - 30 gewertet werden.

Die Organproben der letztgenannten Versuche wurden nach dem Wiegen in der Tiefkühltruhe bei - 24 Grad Celsius gelagert und erst vor der gemeinsamen Messung der Veraschung zugeführt. Das Verdünnungswasser stammte aus einer Charge von redestilliertem Ionenaustauscherwasser. Alle übrigen Reagenzien wurden von MERCK mit deklariertem Fremdstoffgehalt bezogen.

4. Messungen und Messergebnisse

Die fertigveraschten und auf Frischgewicht aufgefüllten Organproben wurden vor Beginn der Magnesium- und Zinkmessungen auf Grund der Ergebnisse der ersten Vorversuche so verdünnt, daß die zu erwartenden Absorptionen im geraden Bereich der Eichkurven lagen.

Für die Messungen des Magnesiumgehaltes wurden alle Proben 1 : 100 verdünnt. Zur Messung des Zinkgehaltes mußten die Organproben von Leber und Prostata 1 : 50 verdünnt werden, diejenigen von Pankreas und Hoden 1 : 10 .

Die Konzentrationen in den unverdünnten Probelösungen wurden nach folgender Formel errechnet:

$$C_x = \frac{E_x}{E_E} \cdot C_E \cdot k$$

(C_x = Konzentration des Elementes in der Organprobe in mg/100 ml, bezogen auf Frischgewicht, E_x = Extinktion der Probelösung, E_E = Extinktion der Eichlösung, C_E = Konzentration der Eichlösung, k = Verdünnungsfaktor).

Die Ausrechnung erfolgte auf zwei Stellen hinter dem Komma; die Ergebnisse wurden auf eine Stelle abgerundet.

Die Meßergebnisse der Versuche 12 - 30 sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst :

T A B E L L E 1

Gewebs-Magnesiumgehalt in mg/100 ml bezogen auf
Frischgewicht

L-Nr.	Leber	Pankreas	Prostata	Hoden
12	11,3	7,3	8,4	7,6
13	12,4	7,4	8,5	6,7
14	13,3	10,0	9,6	6,9
15	13,2	9,0	9,3	7,7
16	10,3	10,0	8,5	7,5
17	9,3	7,1	8,4	7,7
18	-	-	7,4	6,7
19	-	-	8,9	6,4
20	-	-	9,4	7,1
21	8,5	7,1	8,2	6,7
22	9,4	9,2	8,4	7,2
23	10,2	7,9	8,1	6,7
24	10,3	8,2	7,9	6,8
25	-	7,5	7,2	6,4
26	10,2	7,6	6,9	5,9
27	7,8	8,2	8,9	5,9
28	10,2	7,9	9,1	6,1
29	10,2	7,3	7,2	5,8
30	9,1	6,9	7,7	5,3

T A B E L L E 2

Gewebs-Zinkgehalt in mg/100 ml bezogen auf
Frischgewicht

L-Nr.	Leber	Pankreas	Prostata	Hoden
12	10,3	2,7	8,4	2,1
13	10,1	3,4	11,0	1,1
14	6,9	3,6	11,0	1,5
15	6,7	2,8	7,5	2,1
16	8,0	2,1	10,7	2,1
17	10,0	2,4	5,2	2,3
18	-	-	8,4	1,9
19	-	-	9,7	1,7
20	-	-	8,8	1,6
21	5,7	2,3	10,5	1,4
22	6,4	2,1	11,0	1,7
23	10,3	2,4	10,7	1,6
24	4,1	2,1	10,3	1,4
25	-	2,7	9,5	1,0
26	6,7	1,7	7,5	1,5
27	11,7	2,7	8,3	1,6
28	5,4	2,8	10,2	1,6
29	5,4	2,8	9,7	1,6
30	7,7	3,2	10,4	1,5

Aus diesen Angaben lassen sich folgende Durchschnittswerte errechnen:

a) Magnesium

Leber	10,4 mg	Mg / 100 ml	Frischgewicht
Pankreas	8,0 mg	Mg / 100 ml	"
Prostata	8,3 mg	Mg / 100 ml	"
Hoden	6,7 mg	Mg / 100 ml	"

b) Zink

Leber	7,7 mg	Zn / 100 ml	Frischgewicht
Pankreas	2,6 mg	Zn / 100 ml	"
Prostata	9,4 mg	Zn / 100 ml	"
Hoden	1,6 mg	Zn / 100 ml	"

5. Statistische Überprüfung der Meßergebnisse

Um zu überprüfen, ob die gefundenen Mittelwertsunterschiede statistisch sicher, oder nur zufallsbedingt sind, wurde folgendes Prüfverfahren angewandt (3 , 4 , 13).

In jeder der Ergebnisgruppen für Magnesium und Zink wurde entsprechend der Beziehung

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_0)^2}{n - 1}}$$

die mittlere Streuung berechnet. In dieser Beziehung bedeuten: X_0 = jeweiliger Meßwert mit o = Laufzahl, $\bar{x}$ = Mittelwert aller Meßwerte der Gruppe, n = Anzahl der Messungen in der Gruppe.

Gemäß der von S. Koller empfohlenen Prüfmethode besteht dann Signifikanz, wenn der Mittelwertsunterschied zweier Gruppen der Beziehung

$$|M_1 - M_2| > 3 \sigma_{\text{Diff.}}$$

folgt, wobei $\sigma_{\text{Diff.}}$ sich nach der Formel

$$\sigma_{\text{Diff.}} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} - \frac{\sigma_1^2}{n_1}}$$

errechnet (s. Tabelle 3).

Wie sich aus der nachfolgenden Aufstellung ergibt, sind folgende Mittelwertsunterschiede statistisch sicher:

a) bei dem Magnesiumgehalt zwischen

Leber	10,4 mg/100ml	und Pankreas	8,0 mg/100ml
Leber	10,4 mg/100ml	und Prostata	8,3 mg/100ml
Leber	10,4 mg/100ml	und Hoden	6,7 mg/100ml
Pankreas	8,0 mg/100ml	und Hoden	6,7 mg/100ml
Prostata	8,3 mg/100ml	und Hoden	6,7 mg/100ml

b) bei dem Zinkgehalt zwischen

Leber	7,7 mg/100ml	und Pankreas	2,6 mg/100ml
Leber	7,7 mg/100ml	und Hoden	1,6 mg/100ml
Pankreas	2,6 mg/100ml	und Prostata	9,4 mg/100ml
Pankreas	2,6 mg/100ml	und Hoden	1,6 mg/100ml
Prostata	9,4 mg/100ml	und Hoden	1,6 mg/100ml

Statistisch nicht gesichert sind dagegen die Mittelwertsunterschiede

a) Bei dem Magnesiumgehalt zwischen

Pankreas 8,0 mg/100 ml und Prostata 8,3 mg/100 ml

b) Bei dem Zinkgehalt zwischen

Leber 7,7 mg/100 ml und Prostata 9,4 mg/100 ml

T A B E L L E 3

Streuungen und statistische Sicherung

Mg	Organ ₁	Organ ₂	$\bar{G}_1$	$\bar{G}_2$	$3 \cdot \bar{G}_{\text{Diff.}}$	$M_1 - M_2$
	Leber	Pankreas	1,6	1,0	1,41	2,4
	Leber	Prostata	1,6	0,8	1,26	2,1
	Leber	Hoden	1,6	0,7	1,23	3,7
	Pankreas	Prostata	1,0	0,8	0,90	0,3
	Pankreas	Hoden	1,0	0,7	0,87	1,3
	Prostata	Hoden	0,8	0,7	0,72	1,6

Zn

	Leber	Pankreas	2,3	0,5	1,74	5,1
	Leber	Prostata	2,3	1,6	1,98	1,7
	Leber	Hoden	2,3	0,4	1,77	6,1
	Pankreas	Prostata	0,5	1,6	1,23	6,8
	Pankreas	Hoden	0,5	0,4	0,87	1,0
	Prostata	Hoden	1,6	0,4	1,29	7,8

IV. D I S K U S S I O N

Die Literaturangaben des Magnesium - und Zinkgehaltes, bezogen auf das Frischgewicht, schwanken in dem in der folgenden Tabelle angegebenen Maße. Es sind nur Angaben für menschliche Organe berücksichtigt (2,4,12).

	Magnesium	Zink
Leber	14,00 - 22,00 mg%	3,00 - 15,00 mg%
Pankreas	19,00 mg%	1,80 - 14,00 mg%
Prostata	keine Angaben	47,00 - 53,00 mg%
Hoden	4,00 mg%	15,00 - 32,00 mg%

Diese Schwankungsbreite läßt sich aus der Vielzahl der verwendeten unterschiedlichen, hauptsächlich chemischen, Bestimmungsmethoden erklären.

Wie oben angeführt, sind die Elemente Magnesium und Zink im Organismus hauptsächlich als Fermentaktivatoren wirksam (2,12). Das läßt ihre höchste Konzentration in den stoffwechselaktiven Organen vermuten, was durch die Meßergebnisse bestätigt wird. Gleichzeitig weisen die Organe mit den höchsten Durchschnittskonzentrationen auch die größte absolute Schwankungsbreite der Ergebnisse auf, ein Faktor, der darauf hinweist, daß die Elemente am Stoffwechsel beteiligt sind.

Ein etwas unerwartetes Ergebnis dieser Arbeit ist die relativ konstante Zinkkonzentration im Pankreas. Hier wäre eine größere Schwankungsbreite besonders deshalb anzunehmen, da Insulin als Zink - Komplex vorliegt. Die Erklärung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die entnommenen Proben aus dem Mittelteil des Pankreas stammten, wo Inselzellkomplexe seltener anzutreffen sind.

Weiterhin zeigt sich, daß der hohe Zinkgehalt des Spermaplasmas sicher nicht aus den Testes, sondern aus den Anhangsdrüsen der Samenwege und zumindest zum großen Teil aus der Prostata stammen muß (11, 17).

Einen Zusammenhang zwischen den Zink- und Magnesiumkonzentrationen in den einzelnen Organproben lassen die Meßergebnisse nicht erkennen, wie aus den Abbildungen 4 und 5 zu entnehmen ist.

Die Hauptschwierigkeit bei den Untersuchungen liegt im Veraschungsvorgang. Da die von uns gewählte Temperatur von 450 Grad Celsius nicht überschritten werden durfte (15, 18), mußte das oben beschriebene Verfahren einer kombinierten Veraschung gewählt werden. Somit zog sich die Veraschung von drei Versuchen (12 Organproben) - entsprechend der maximalen Kapazität des Muffelofens - über eine Woche hin.

Graphische Darstellung des Zusammenhanges zwischen
den Gewebskonzentrationen an Magnesium und Zink

Abb. 4 LEBER + PROSTATA

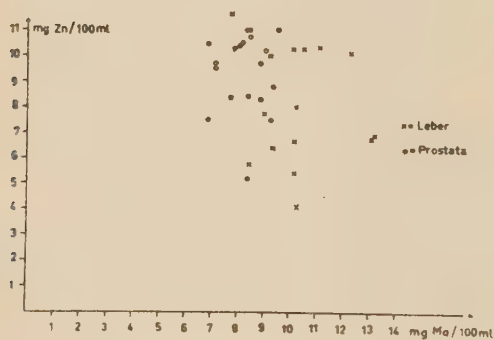
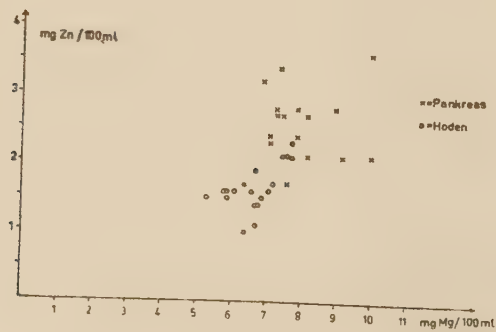


Abb. 5 PANKREAS + HODEN



Die weitere Verarbeitung und Messung beansprucht eine weit kürzere Zeit. Dieser Zeitaufwand ließe sich jedoch auf einen Bruchteil reduzieren, wenn die Möglichkeit bestanden hätte, ein modernes, mit naszierendem Sauerstoff bei Temperaturen bis zu minimal 120 Grad Celsius arbeitendes Gerät zur Veraschung zu benutzen.

Die Menge des erforderlichen Untersuchungsmaterials ist sehr gering, da in relativ hohen Verdünnungen gemessen wird. Mengen von etwa 1,0 g Frischgewicht sind bei exakter Arbeitsweise für beide Bestimmungen ausreichend. Voraussetzung ist jedoch, daß bei der Messung die Zerstäuber- und Zerstäuberkammer nicht zu groß gewählt wird, damit sich genügend rasch ein Gleichgewichtszustand der Atomkonzentration in der Flamme einstellt. Hier erwies sich eine Zerstäuber- und Zerstäuberkammer von 1,5 l Inhalt als günstigste Lösung.

Abschließend sei bemerkt, daß zwischen den Meßergebnissen früherer Untersuchungen und den jetzt vorliegenden praktisch keine Übereinstimmung festzustellen ist. Die früheren Ergebnisse weisen bereits bei den einzelnen Autoren außerordentliche Schwankungsbreiten auf, wie im Handbuch der physiologischen Chemie von Flaschenträger und Lehnartz aufgeführt ist (2). Lediglich die flammen - bzw. funkenspektrographisch gewonnenen Werte von Lundegård, H. (14), der für Leber einen Magnesiumgehalt von 14 mg/100 ml und einen Zinkgehalt von 3,9 mg/100 ml, bezogen auf Frischgewicht, fand, sind ausreichend konstant (14). Sie liegen jedoch nicht mehr sicher im Bereich der jetzt gefundenen Werte.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die Ergebnisse absorptionsflammenphotometrischer Messungen der Magnesium - und Zinkkonzentrationen in Leber, Pankreas, Prostata und Hoden des Menschen berichtet. Einleitend werden die Vorteile der benützten Methode vor den chemischen Bestimmungsmethoden dargelegt. Die physikalischen Grundlagen werden erläutert. Die gewählte Meßanordnung wird schematisch dargestellt und erklärt. Zur Untersuchung wurden nur makroskopisch unveränderte Organe herangezogen. Das Durchschnittsalter der Fälle betrug 50,5 Jahre. Die Organe wurden in einem kombinierten Verfahren, bestehend aus einer Trockenveraschung bei 450 Grad Celsius und einer Feuchtveraschung mit 25 % HNO_3 zur Messung vorbereitet.

Da die Ergebnisse der anfänglichen Versuche durch eingeschleppte Verunreinigungen nicht zu verwenden waren, wurden die endgültigen Versuche unter strengen Reinheitsbedingungen durchgeführt.

Die Verdünnungen der Organproben wurden so gewählt, daß die erwarteten Extinktionen in den geraden Bereich der zuvor aufgenommenen Eichkurven fielen. Es ergaben sich folgende Durchschnittswerte :

a) Magnesium	Leber	$10,4 \pm 1,6$ mg Mg /100ml Frischgew.	
	Pankreas	$8,0 \pm 1,0$ mg Mg /100ml	"
	Prostata	$8,3 \pm 0,8$ mg Mg /100ml	"
	Hoden	$6,7 \pm 0,7$ mg Mg /100ml	"
b) Zink	Leber	$7,7 \pm 2,3$ mg Zn /100ml Frischgew.	
	Pankreas	$2,6 \pm 0,5$ mg Zn /100ml	"
	Prostata	$9,4 \pm 1,6$ mg Zn /100ml	"
	Hoden	$1,6 \pm 0,4$ mg Zn /100ml	"

Eine statistische Prüfung ergab, daß lediglich die Mittelwertsunterschiede zwischen dem Magnesiumgehalt bei Pankreas und Prostata, sowie dem Zinkgehalt bei Leber und Prostata nicht als gesichert anzusehen sind. Alle übrigen Unterschiede sind statistisch sicher.

In der Diskussion wird auf den Zusammenhang zwischen der Konzentration und der Stoffwechselbeteiligung der Elemente in den einzelnen Organen hingewiesen. Die Schwierigkeiten der Veraschungstechnik werden dargestellt. Bei exakter Arbeitsweise sind Gewebsmengen zwischen 0,5 und 1,0 g ausreichend für beide Bestimmungen, da in relativ hohen Verdünnungen gearbeitet werden kann.

VI. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Elwell, W.T. and J.A.F. Gidley : Atomic - Absorption Spectrophotometry, London 1961
2. Flaschenträger, B. und E. Lehnartz : Physiologische Chemie. Ein Lehr- und Handbuch. 1. Auflage Berlin - Göttingen - Heidelberg, Springer 1951 - 1959
3. Fisher, R.A. : Statistical Methods for Research-workers Edinburgh - London 1958
4. Geigy, Documenta : Wissenschaftliche Tabellen, 6. Auflage, Basel 1960
5. Herrmann, R.: Flammenphotometrische Kupferbestimmungen in Seren, Z.ges.exp.Med. 126,334 (1955)
6. Herrmann, R. und C.Th.J. Alkemade : Flammenphotometrie, 2. Auflage, Berlin - Göttingen - Heidelberg, Springer 1960
7. Herrmann, R. und W. Lang: Analysen von Magnesium im Serum und in anderen Körperflüssigkeiten mit Hilfe der Absorptions - Flammenphotometrie, Z.ges.exp.Med. 135,569-582 (1962)
8. Herrmann, R. und W. Lang : Analysen von Natrium und Kalium in Seren mit Hilfe der Absorptions-Flammenphotometrie. Z.ges.exp.Med.134,268 (1961)
9. Hinsberg, K. und K. Lang : Medizinische Chemie, 3. Auflage, München - Berlin - Wien, Urban und Schwarzenberg, 1957

10. Honegger, N. : Serum - Zink - Analysen mit Hilfe:
der Absorptions - Flammenphotometrie, Ärztl.
Lab.2,41-52 , (1963)
11. Knoth, W. : Diskussionsbemerkungen zum Vortrag
H.W. Vasterling. Arch.klin.exp.Dermat. 213,764 (1961)
12. Leuthardt, F. : Lehrbuch der Physiologischen Chemie
14. Auflage, Berlin, W. de Gruyter, 1959
13. Linder, A. : Statische Methoden, Birkhäuser-Verlag 1960
14. Lundegård, H. : Über den Einfluß von Krankheit, Geschlecht
und Alter auf den Gehalt der menschlichen Leber an
metallischen Elementen. Naturwiss. 22,572 (1934)
15. Pinta, M. : Recherche et dosage des éléments traces.
Paris, Dumod, 1962
16. Sandell, E.B. : Colorimetric Metal Analysis,
3. Auflage, New York - London , 1959
17. Vasterling, H.W. : Der Zinkgehalt menschlicher
Djakulate. Arch.klin.exp.Dermat. 213,759 - 761 (1961)
18. Yoe, J.H. and H.J. Koch jr. : Trace Analysis, New York 1955

Herrn Professor Dr. W. Knoth danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung während der Arbeit.

Herrn Professor Dr. R. Herrmann sei für die zur Verfügung gestellten Meßgeräte sowie für seine wertvollen Anregungen und Hinweise gedankt.

Herrn Professor Dr. W. Sandritter gebührt mein Dank für die freundliche Überlassung des Untersuchungsmaterials.

L E B E N S L A U F

Am 16.1.1940 wurde ich als Sohn des Bäckermeisters Karl Porten und seiner Ehefrau Charlotte, geborene Lubczyk, in Koblenz geboren. Noch im gleichen Jahr übersiedelten wir nach Oberlahnstein, wo ich vom Herbst 1946 bis Ostern 1950 die Volksschule besuchte. Im Anschluss daran ging ich bis Februar 1959 auf das Städtische Neusprachliche Gymnasium Oberlahnstein. Nach bestandenem Abitur begann ich im Sommersemester 1959 das Studium der Medizin an der Justus Liebig - Universität Gießen. Das Vorphysikum bestand ich im Mai 1960 und das Physikum im Juli 1961. In den ersten beiden klinischen Semestern studierte ich an der Universität Wien, um danach wieder an die Justus Liebig - Universität zurückzukehren. Hier bestand ich im Februar 1965 mein Staatsexamen. Vom 15. März bis 15. Oktober 1965 arbeitete ich als Medizinalassistent in der Heilstätte Seltersberg in Giessen. Seit dem 16. Oktober 1965 bin ich als Medizinalassistent auf der inneren Abteilung des Krankenhauses Lahr im Schwarzwald tätig.

